

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-133109

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 15/20

識別記号

F I

G 0 2 B 15/20

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願平9-237497

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月2日

(31) 優先権主張番号 特願平8-234172

(32) 優先日 平8(1996) 9月4日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 佐藤 治夫

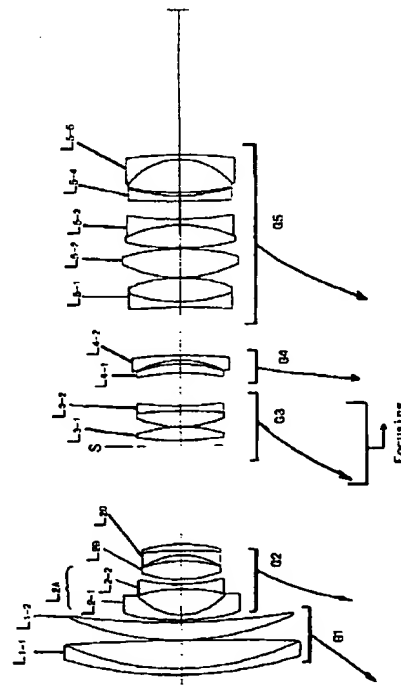
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(54) 【発明の名称】 高倍率ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】コンパクトでありながら変倍比が10倍を越える高倍率のズームレンズを提供すること。

【解決手段】物体側から順に、正の第1レンズ群G1と、負の第2レンズ群G2と、正の第3レンズ群G3と、負の第4レンズ群G4と、正の第5レンズ群G5とを少なくとも有し、広角端に対し望遠端においては、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間の空気間隔が拡大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間の空気間隔が縮小し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間の空気間隔が拡大し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間の空気間隔が縮小することにより変倍する。そして、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間の空気間隔の変化量の適切な範囲を見出したものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と負の屈折力を有する第2レンズ群G2と正の屈折力を有する第3レンズ群G3と負の屈折力を有する第4レンズ群G4と正の屈折力を有する第5レンズ群G5を少なくとも有し、

広角端に対し望遠端においては、該第1レンズ群G1と該第2レンズ群G2との間の空気間隔が拡大し、該第2レンズ群G2と該第3レンズ群G3との間の空気間隔が縮小し、該第3レンズ群G3と該第4レンズ群G4との間の空気間隔が拡大し、該第4レンズ群G4と該第5レンズ群G5との間の空気間隔が縮小することによって変倍し、

望遠端における該第1レンズ群G1と該第2レンズ群G2の間隔をD1Tとし、広角端における該第1レンズ群G1と該第2レンズ群G2の間隔をD1Wとし、広角端の全系の焦点距離をf<sub>w</sub>としたとき、

$$(1) \quad 2.3 < D1T - D1W / f_w < 1.0$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】前記第1レンズ群G1の焦点距離をf<sub>1</sub>、前記第2レンズ群G2の焦点距離をf<sub>2</sub>としたとき、

$$(2) \quad 6 < f_1 / |f_2| < 15$$

を満足することを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項3】前記第2レンズ群G2は、広角端から望遠端への変倍に際して物体側へ移動することを特徴とする請求項1または請求項2記載のズームレンズ。

【請求項4】前記第3レンズ群G3の焦点距離をf<sub>3</sub>、望遠端における全系の焦点距離をf<sub>T</sub>としたとき、

$$(3) \quad 0.1 < f_3 / f_T < 0.3$$

を満足することを特徴とする請求項1記載乃至請求項3のいずれか一項記載のズームレンズ。

【請求項5】前記第4レンズ群G4の焦点距離をf<sub>4</sub>、望遠端における全系の焦点距離をf<sub>T</sub>としたとき、

$$(4) \quad -0.6 < f_4 / f_T < -0.2$$

を満足することを特徴とする請求項1記載乃至請求項4のいずれか一項記載のズームレンズ。

【請求項6】前記第5レンズ群G5の焦点距離をf<sub>5</sub>とし、望遠端における全系の焦点距離をf<sub>T</sub>としたとき、

$$(5) \quad 0.05 < f_5 / f_T < 0.7$$

を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれか一項記載のズームレンズ。

【請求項7】前記第2レンズ群G2は物体側から負・正・負の3部分レンズ群を有し、最も物体側の負レンズ成分に少なくとも1面の非球面が設けられていることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれか一項記載のズームレンズ。

【請求項8】前記第5レンズ群G5の像側に配置される負の第6レンズ群G6をさらに有し、広角端に対し望遠端において、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6の間

の空気間隔が縮小することによって変倍することを特徴とする請求項1記載乃至請求項7のいずれか一項記載のズームレンズ。

【請求項9】前記第6レンズ群G6の焦点距離をf<sub>6</sub>とし、望遠端における全系の焦点距離をf<sub>T</sub>としたとき、

$$(6) \quad -0.7 < f_6 / f_T < -0.05$$

を満足することを特徴とする請求項8記載のズームレンズ。

【請求項10】無限遠物点から近距離物点への合焦は第3レンズ群G3を像側に移動することによって行なうことを特徴とする請求項1記載乃至請求項9のいずれか一項記載のズームレンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はズームレンズに関し、特に5群以上のレンズ群を有する高倍率のズームレンズに関する。

## 【0002】

【従来の技術】正負正負正群を有する高倍率ズームレンズは、従来から多数提案されている。古くは特開昭57-164709号公報に、画角 $2\omega = 64^\circ$ をカバーし、変倍比が約3.7倍程度であるズームレンズが提案されている。また、特開昭63-266415号公報においては、画角 $2\omega = 62^\circ$ をカバーし、変倍比が約9倍のズームレンズが提案されている。また特開平4-186212号公報においては、画角 $2\omega = 62^\circ$ をカバーし、約9倍の変倍比を有する、正負正負正のレンズ群を有する6群構成のズームレンズが開示されてる。

## 【0003】

【本発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開昭57-164709号公報に開示されたズームレンズは変倍比が3倍程度であり、画角も $62^\circ$ 程度までしかカバーしていないものであった。ここに開示された光学系の構成・屈折力配置のまま、またはその延長線上では画角 $2\omega = 75^\circ$ を越え、変倍比約10倍をカバーするズームレンズを実現する事は困難である。また、特開昭63-266415号公報及び特開平4-186212号公報に開示されている高倍率ズームレンズにおいては、収差補正上は良好なレベルにあるが、前述の特許公開公報と同様に画角も $62^\circ$ 程度までしかカバーしていないものであった。さらなる高倍化、大画角化が望まれていた。

【0004】そこで、本発明は、コンパクトでありながら変倍比が10倍を越える高倍率のズームレンズを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明にかかるズームレンズは、例えば図1に示す如く、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、

正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とを少なくとも有し、広角端に対し望遠端においては、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間の空気間隔が拡大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間の空気間隔が縮小し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間の空気間隔が拡大し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間の空気間隔が縮小することによって変倍するものである。そして、望遠端における該第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔をD1Tとし、広角端における該第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔をD1Wとし、広角端の全系の焦点距離をf wとしたとき、

$$(1) \quad 2.3 < D1T - D1W / f w < 1.0$$

を満足するものである。

【0006】また、本発明の好ましい形態によれば、前記第1レンズ群G1の焦点距離をf 1、第2レンズ群G2の焦点距離をf 2としたとき、

$$(2) \quad 6 < f 1 / | f 2 | < 15$$

を満足するものである。

【0007】

【発明の実施の形態】まず、本発明の基本的な構成から説明する。本発明は、上述の通り、正負正負正のレンズ群を少なくとも有する構成である。このような正負正負正構成・正負正負正構成の多群ズームレンズは、言わば2組の正負群にそれぞれ変倍を負担させ、移動量を軽減し、小型で高変倍比を得るダブルズームレンズと考えると理解しやすい。

【0008】特に本発明のように変倍比が1.0倍を超えるズームレンズの場合、小型化・小径化を達成するためには、第1レンズ群の変倍のための移動量、第2レンズ群の変倍のための移動量が重要になる。本発明では、広角端において第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間の空気間隔と、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の空気間隔とを両方とも減少させることによって、全体としてより強いレトロフォーカスのパワー配置（レトロ比が強いパワー配置）にしている。

【0009】そして、本発明においては、高変倍比を達成するために、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔を十分に増加するように、第1および第2レンズ群を移動させる構成としている。このとき、本発明においては、上記条件式(1)を満足している。条件式(1)は前記、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間の空気間隔の広角端から望遠端までの変化量を適切に設定する条件である。条件式(1)の下限値を下回る場合、第1、2レンズ群間の空気間隔の変化量が減少する。この場合、本発明のズームレンズとほぼ同等の変倍比を得ようとすると、第1および第2レンズ群をそれぞれ強いパワーで構成することになる。このときには、第2レンズ群のパワーが著しく増加することになるため、広角側の歪

曲の増大、ベッツバル和の悪化による非点収差の増大、下方コマ収差の変倍による変動、望遠側の球面収差の増大等を招き好ましくない。また、第1レンズ群のパワーを著しく強めることは、最大画角の主光線が光軸から大きく離れた位置に入射するようになるため、フィルターサイズの増大を招き好ましくない。なお、条件式(1)の下限を2.65以上に設定することによって、より良好な収差補正とフィルターサイズの小径化が可能になり、更に条件式(1)の下限を3以上に設定することによって、本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0010】また、条件式(1)の上限値を上回る場合、第1、2レンズ群間の空気間隔の変化量が非常に大きくなることを意味し、全長変化が著しく大きくなるため鏡筒設計が困難になる。また、結果的にFナンバーの変化が大きくなり、特に望遠側が著しく暗くなり、好ましくない。なお、条件式(1)の上限を7以下と設定することによって、より鏡筒設計に有利になり、更に条件式(1)の上限を5以下と設定することによって、本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0011】また、本発明のように変倍比1.0倍を超えるズームレンズにおいて、例えば75°を超える画角(2ω)を達成しようとする場合、小型化・小径化を図ろうとするためには、第1および第2レンズ群のパワーバランスが重要になる。特に本発明では、前述した通り、広角端において強いレトロフォーカスのパワー配置にしているため、良好な収差補正を達成するためにはこれら第1および第2レンズ群のパワーバランスを適切に設定することが好ましい。上記条件式(2)は、第1レンズ群と第2レンズ群の適切なパワー配置の範囲を設定した条件である。

【0012】条件式(2)の下限を下回る場合、第2レンズ群の焦点距離が絶対値が比較的大きい、すなわち第2レンズ群のパワーを比較的緩い値で設定することになる。この場合、変倍時の移動量が増加するため、全系の大型化や全長変化の増大を招く。また、この場合には、相対的に第1レンズ群のパワーが強くなるため、特に広角端の主光線の入射高が上昇し、結果的にフィルターサイズの増大を招き好ましくない。なお、条件式(2)の下限を6.6以上に設定することによって、より確実なフィルターサイズの小径化が可能になり、更に条件式(2)の下限を6.9以上に設定することによって、本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0013】一方、条件式(2)の上限を上回る場合、第2レンズ群の焦点距離が絶対値が比較的小さい、すなわち第2レンズ群のパワーを比較的強い値で設定することになる。この場合、広角側の歪曲の増大、ベッツバル和の悪化による非点収差の増大、下方コマ収差の変倍による変動、望遠側の球面収差の増大等を招き好ましくない。

【0014】なお、条件式(2)の上限を1.0以下と設

定することによって、更に良好な収差補正が可能になり、本発明の効果を最大限に発揮できる。さて、本発明においては、広角端から望遠端への変倍時において、第2レンズ群が物体側へ移動することが好ましい。ここで、第1レンズ群の移動量を比較的小さく抑え、広角端から望遠端への変倍に際して第2レンズ群を大きく像側に移動するようなズーム軌跡をとる場合には、特に中間の焦点距離で最大画角の主光線の入射高が大きく上昇して光線切れを生じ、結果的にフィルターサイズの増大を招く。また、充分な第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間の空気間隔が必要になるため広角側での全長の増大を招く。

【0015】また、本発明においては、以下の条件式(3)を満足することが好ましい。

$$(3) \quad 0.1 < f_3 / f_T < 0.3$$

但し、

$f_3$  : 第3レンズ群G3の焦点距離、  
 $f_T$  : 望遠端における全系の焦点距離、  
 である。

【0016】上記条件式(3)は第3レンズ群のパワーの最適な範囲を設定した条件式である。条件式(3)の下限を下回る場合、第3レンズ群の焦点距離が比較的小さい、すなわち、第3レンズ群のパワーを比較的强大い値で設定することになる。この場合、諸収差、特に球面収差の補正が困難になる。なお、条件式(3)の下限を0.13以上に設定することによって、本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0017】また、条件式(3)の上限を上回る場合、第3レンズ群の焦点距離が比較的大きい、すなわち第3レンズ群のパワーを比較的小さい値で設定することになる。この場合、全長の増大、第4レンズ群以降のレンズ群の径の増加等の不都合が生じる。なお、条件式(3)の上限を0.25以下と設定することによって、本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0018】また、本発明においては、以下の条件式(4)を満足することが好ましい。

$$(4) \quad -0.6 < f_4 / f_T < -0.2$$

但し、

$f_4$  : 第4レンズ群G4の焦点距離、  
 $f_T$  : 望遠端における全系の焦点距離、  
 である。

【0019】上記条件式(4)は第4レンズ群G4のパワーの最適な範囲を設定した条件式である。条件式(4)の下限を下回る場合、第4レンズ群G4の焦点距離の絶対値が比較的大きい、すなわち第4レンズ群のパワーを比較的小さい値で設定することになる。この場合、変倍に対する寄与率が低下し結果的に全長、移動量の増大、変倍比の低下を生み、好ましくない。尚、条件式(4)の下限値を-0.4以上に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。また、条件式(4)の上限を

上回る場合、第4レンズ群G4の焦点距離が絶対値が比較的小さい、すなわち第4レンズ群のパワーを比較的强大い値で設定することになる。この場合、第5レンズ群に入射する斜光線の入射角が大きくなるため、諸収差、特に球面収差、上方コマ収差の変倍による変動が増大して好ましくない。なお、条件式(4)の上限値を-0.25以下に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0020】また、本発明においては、下記の条件式(5)を満足することが好ましい。

$$(5) \quad 0.05 < f_5 / f_T < 0.7$$

但し、

$f_5$  : 第5レンズ群G5の焦点距離、  
 $f_T$  : 望遠端における全系の焦点距離、  
 である。

【0021】この条件式(5)は第5レンズ群のパワーの最適な範囲を設定した条件式である。条件式(5)の下限を下回る場合、第5レンズ群の焦点距離が比較的小さい、すなわち、第5レンズ群のパワーを比較的强大い値で設定することになる。この場合、諸収差、特に上方コマ収差や非点収差、像面湾曲の変倍による変動が増大して好ましくない。なお、条件式(5)の下限を0.1以上に設定することによって、本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0022】また、条件式(5)の上限を上回る場合、第5レンズ群の焦点距離が比較的大きい、すなわち第5レンズ群のパワーを比較的小さい値で設定することになる。この場合、全長の増大、第5レンズ群以降のレンズ群の径の増加等の不都合が生じる。なお、条件式(5)の上限を0.35以下と設定することによって、本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0023】また、本発明においては、第2レンズ群を物体側から負・正・負の3部分レンズ群で構成し、最も物体側の負レンズ成分に非球面を設けることが好ましい。この構成により、大画角を達成しながら、十分なる明るさを確保することができる。特に、上記の非球面においては、非球面式に表現される円錐係数 $\kappa$ (カップパー)や非球面係数の奇数次項を使用して、収差補正自由度を増大させることが好ましく、これにより、広角側の歪曲と高次の非点収差とのバランスを含めた良好な補正、下方コマ収差の補正を達成することができる。

【0024】また、本発明においては、後記の実施例4～6に示す通り、第5レンズ群の像側に負の第6レンズ群G6をさらに有する構成、すなわち正負正負正負の6群構成であってもよい。このような正負正負正負の6群構成では、負の第6レンズ群G6を追加し、他の群と別の移動軌跡をとることによって、特に上方コマ収差や非点収差、像面湾曲の変倍による変動を補正する効果を得ることができる。従って、構成枚数の軽減や全長のコンパクト化につながり、より好ましい。また、このとき、

負の第6レンズ群G6は適切なパワー範囲の中で使用することが望ましい。

【0025】ここで、第6レンズ群G6の焦点距離を $f_6$ とし、望遠端における全系の焦点距離を $f_T$ としたとき、

$$(6) -0.7 < f_6 / f_T < -0.05$$

を満足することが好ましい。上記条件式(6)は第6レンズ群のパワーの最適な範囲を設定した条件式である。

【0026】条件式(6)の下限を下回る場合、第6レンズ群の焦点距離の絶対値が比較的大きい、すなわち、第6レンズ群のパワーを比較的緩い値で設定することになる。この場合、全長の増大、第6レンズ群以降のレンズ群の径の増加等の不都合が生じる。なお、条件式(6)の下限を $-0.5$ 以上に設定することによって、本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0027】また、条件式(6)の上限を上回る場合、第6レンズ群の焦点距離が比較的小さい、すなわち第6レンズ群のパワーを比較的強い値で設定することになる。この場合、諸収差、特に上方コマ収差や非点収差、像面湾曲の変倍による変動が増大して好ましくない。なお、条件式(6)の上限を $-0.1$ 以下と設定することによってより良好な収差補正が可能になり、条件式(6)の上限を $-0.2$ 以下と設定することによって本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0028】また本発明においては、近距離合焦を第3レンズ群を像方向に移動させることによって行うことが好ましい。この方式は主光線入射高やランド光線入射高が合焦によりあまり変化しない特徴を有しており、したがって合焦による球面収差や像面湾曲、非点収差の変動が少ない利点を有している。

【0029】

【実施例】以下に本発明の実施例を説明する。図1、図6、図11、図16、図21、図26はそれぞれ、実施例1、実施例2、実施例3、実施例4、実施例5、実施例6の構成を示し、各図中において矢印は移動軌跡を示している。図1、図6および図11に示す実施例1～3は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、正の屈折力を有する第3レンズ群G3、負の屈折力を有する第4レンズ群G4、正の屈折力を有する第5レンズ群G5から構成され、変倍は第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の空気間隔が拡大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間の空気間隔が縮小し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の空気間隔が拡大し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間の空気間隔が縮小するように、各レンズ群が広角端から望遠端に向かって物体方向にそれぞれ移動することによって行なう。また、近距離合焦は第3レンズ群G3を像方向に移動して行なう。

【0030】図16、図21および図26に示す実施例

4～6は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、正の屈折力を有する第3レンズ群G3、負の屈折力を有する第4レンズ群G4、正の屈折力を有する第5レンズ群G5、負の屈折力を有する第6レンズ群G6から構成され、変倍は第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の空気間隔が拡大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間の空気間隔が縮小し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の空気間隔が拡大し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間の空気間隔が縮小し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6との間の空気間隔は中間焦点距離で、拡大しさらに望遠端に向かって縮小するように、各レンズ群がそれぞれ移動することによって行なう。また、近距離合焦は第3レンズ群G3を像方向に移動して行なう。

【0031】[実施例1] 図1に示す実施例1にかかるズームレンズにおいて、第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた形状のメニスカス形状の負レンズ成分と物体側に強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L1-1と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分L1-2とを有する。

【0032】第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分L2-1と、両凹形状の負レンズ成分L2-2と、両凸形状の正レンズ成分L2Bと、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分と物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L2Cとを有する。ここで、第2レンズ群G2においては、負レンズ成分L2-1および負レンズ成分L2-2が第2レンズ群G2中の負部分群L2Aを構成しており、正レンズ成分L2Bが第2レンズ群G2中の正部分群L2Bを構成しており、接合レンズ成分L2Cが第2レンズ群G2中の負部分群L2Cを構成している。また、第2レンズ群G2において、最も物体側に配置される負レンズ成分L2-1の物体側のレンズ面が非球面形状である。

【0033】第3レンズ群G3は、物体側から順に、像側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分L3-1と、物体側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分と両凹形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L3-2とを有する。第4レンズ群G4は、物体側から順に、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分L4-1と、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分L4-2とを有する。

【0034】第5レンズ群G5は、物体側から順に、像側へ強い曲率の面を向けた両凹形状の負レンズ成分と両凸形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-1と、両凸形状の正レンズ成分L5-2と、両凸形状の正レンズ成分と物体側へ強い曲率の面を向けた両凹形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-3と、物体側へ凸

面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分L5-4と、像側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分と物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-5とを有する。

【0035】なお、実施例1において、開口絞りSは、第3レンズ群G3の近傍（第2レンズ群G2と第3レンズ群との間）に配置されており、変倍時には第3レンズ群G3と一体に移動する。

〔実施例2〕図6に示す実施例2にかかるズームレンズにおいて、第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた形状のメニスカス形状の負レンズ成分と物体側凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L1-1と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分L1-2とを有する。

【0036】第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分L2-1と、両凹形状の負レンズ成分L2-2と、両凸形状の正レンズ成分L2Bと、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分L2Cとを有する。ここで、第2レンズ群G2においては、負レンズ成分L2-1および負レンズ成分L2-2が第2レンズ群G2中の負部分群L2Aを構成しており、正レンズ成分L2Bが第2レンズ群G2中の正部分群L2Bを構成しており、正レンズ成分L2Cが第2レンズ群G2中の負部分群L2Cを構成している。また、第2レンズ群G2において、最も物体側に配置される負レンズ成分L2-1の物体側のレンズ面が非球面形状である。

【0037】第3レンズ群G3は、物体側から順に、像側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分L3-1と、両凸形状の正レンズ成分と物体側へ強い曲率の面を向けた両凹形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L3-2とを有する。第4レンズ群G4は、物体側から順に、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分L4-1と、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分L4-2とを有する。

【0038】第5レンズ群G5は、物体側から順に、両凹形状の負レンズ成分と像側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-1と、物体側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分L5-2と、像側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分と物体側へ強い曲率の面を向けた両凹形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-3と、像側へ強い曲率の面を向けた両凹形状の負レンズ成分と物体側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-4と、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分L5-5とを有する。

【0039】なお、実施例2においても、開口絞りSは、第3レンズ群G3の近傍（第2レンズ群G2と第3レンズ群との間）に配置されており、変倍時には第3レンズ群G3と一体に移動する。

〔実施例3〕図11に示す実施例3にかかるズームレン

ズにおいて、第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた形状のメニスカス形状の負レンズ成分と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L1-1と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分L1-2とを有する。

【0040】第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分L2-1と、両凹形状の負レンズ成分L2-2と、両凸形状の正レンズ成分L2Bと、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分と物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L2Cとを有する。ここで、第2レンズ群G2においては、負レンズ成分L2-1および負レンズ成分L2-2が第2レンズ群G2中の負部分群L2Aを構成しており、正レンズ成分L2Bが第2レンズ群G2中の正部分群L2Bを構成しており、接合レンズ成分L2Cが第2レンズ群G2中の負部分群L2Cを構成している。また、第2レンズ群G2において、最も物体側に配置される負レンズ成分L2-1の物体側のレンズ面が非球面形状である。

【0041】第3レンズ群G3は、物体側から順に、像側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分L3-1と、両凸形状の正レンズ成分と両凹形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L3-2とを有する。第4レンズ群G4は、物体側から順に、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分L4-1と、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分L4-2とを有する。

【0042】第5レンズ群G5は、物体側から順に、像側へ強い曲率の面を向けた両凹形状の負レンズ成分と両凸形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-1と、両凸形状の正レンズ成分L5-2と、両凸形状の正レンズ成分と両凹形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-3と像側へ強い曲率の面を向けた両凹形状の負レンズ成分L5-4と、像側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分と物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-5とを有する。

【0043】なお、実施例3において、開口絞りSは、第3レンズ群G3の近傍（第2レンズ群G2と第3レンズ群との間）に配置されており、変倍時には第3レンズ群G3と一体に移動する。

〔実施例4〕図16に示す実施例4にかかるズームレンズにおいて、第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた形状のメニスカス形状の負レンズ成分と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L1-1と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分L1-2とを有する。

【0044】第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分L2-1と、両凹形状の負レンズ成分L2-2と、両凸形状の正レンズ成分L2Bと、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の

負レンズ成分と物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L2Cとを有する。ここで、第2レンズ群G2においては、負レンズ成分L2-1および負レンズ成分L2-2が第2レンズ群G2中の負部分群L2Aを構成しており、正レンズ成分L2Bが第2レンズ群G2中の正部分群L2Bを構成しており、接合レンズ成分L2Cが第2レンズ群G2中の負部分群L2Cを構成している。また、第2レンズ群G2において、最も物体側に配置される負レンズ成分L2-1の物体側のレンズ面が非球面形状である。

【0045】第3レンズ群G3は、物体側から順に、像側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分L3-1と、両凸形状の正レンズ成分と物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L3-2とを有する。第4レンズ群G4は、物体側から順に、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分L4-1と、物体側へ強い曲率の面を向けた両凹形状の負レンズ成分L4-2とを有する。

【0046】第5レンズ群G5は、物体側から順に、像側へ強い曲率の面を向けた両凹形状の負レンズ成分と両凸形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-1と、両凸形状の正レンズ成分L5-2と、両凸形状の正レンズ成分と物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-3とを有する。第6レンズ群G6は、物体側から順に、物体側へ凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分L6-1と、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分と物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L6-2とを有する。

【0047】なお、実施例4において、開口絞りSは、第3レンズ群G3の近傍（第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間）に配置されており、変倍時には第3レンズ群G3と一体に移動する。

【実施例5】図21に示す実施例5にかかるズームレンズにおいて、第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた形状のメニスカス形状の負レンズ成分と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L1-1と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分L1-2と、同じく物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分L1-3とを有する。

【0048】第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分L2-1と、両凹形状の負レンズ成分L2-2と、両凸形状の正レンズ成分L2Bと、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分と物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L2Cとを有する。ここで、第2レンズ群G2においては、負レンズ成分L2-1および負レンズ成分L2-2が第2レンズ群G2中の負部分群L2Aを構成しており、正レンズ成分L2Bが第2レ

ンズ群G2中の正部分群L2Bを構成しており、接合レンズ成分L2Cが第2レンズ群G2中の負部分群L2Cを構成している。また、第2レンズ群G2において、最も物体側に配置される負レンズ成分L2-1の物体側のレンズ面が非球面形状である。

【0049】第3レンズ群G3は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ成分L3-1と、両凸形状の正レンズ成分と両凹形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L3-2とを有する。第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ成分と、像側へ強い曲率の面を向けた両凹形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L4-2とを有する。

【0050】第5レンズ群G5は、物体側から順に、両凹形状の負レンズ成分と像側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-1と、2枚の両凸形状の正レンズ素子からなる正レンズ成分L5-2と、物体側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分と物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-3とを有する。

【0051】第6レンズ群G6は、物体側から順に、像側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分と物体側へ凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L6-1と、物体側へ強い曲率の面を向けた両凹形状の負レンズ成分と像側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L6-2とを有する。

【0052】なお、実施例4において、開口絞りSは、第3レンズ群G3の近傍（第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間）に配置されており、変倍時には第3レンズ群G3と一体に移動する。

【実施例6】図26に示す実施例6にかかるズームレンズにおいて、第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた形状のメニスカス形状の負レンズ成分と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L1-1と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分L1-2とを有する。

【0053】第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分L2-1と、両凹形状の負レンズ成分L2-2と、両凸形状の正レンズ成分L2Bと、物体側へ強い曲率の面を向けた両凹形状の負レンズ成分と両凸形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L2Cとを有する。ここで、第2レンズ群G2においては、負レンズ成分L2-1および負レンズ成分L2-2が第2レンズ群G2中の負部分群L2Aを構成しており、正レンズ成分L2Bが第2レンズ群G2中の正部分群L2Bを構成しており、接合レンズ成分L2Cが第2レンズ群G2中の負部分群L2Cを構成している。また、第2レンズ群G2において、最も物体側に配置される負レンズ成分L2-1の物体側のレンズ面が非球面形状である。

【0054】第3レンズ群G3は、物体側から順に、像

側へ強い曲率の面を向けた両凸形状の正レンズ成分L3-1と、両凸形状の正レンズ成分と物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L3-2とを有する。第4レンズ群G4は、物体側から順に、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分と、物体側へ強い曲率の面を向けた両凹形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L4-2とを有する。

【0055】第5レンズ群G5は、物体側から順に、像側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分と両凸形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-1と、両凸形状の正レンズ成分L5-2と、両凸形状の正レンズ成分と物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L5-3とを有する。第6レンズ群G6は、物体側から順に、像側へ凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分と物体側へ強い曲率の面を向けた両凹形状の負レンズ成分とからなる接合レンズ成分L6-1と、物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ成分と物体側へ凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ成分とからなる接合レンズ成分L6-2とを有する。

【0056】なお、実施例6において、開口絞りSは、第3レンズ群G3の近傍（第2レンズ群G2と第3レンズ群との間）に配置されており、変倍時には第3レンズ群G3と一体に移動する。以下の表1～表6に実施例1～6にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。但し、各表において、 $r_i$ はレンズ面 $R_i$ の曲率半径、 $d_{i+1}$ はレンズ面 $R_i$ とレンズ面 $R_{i+1}$ との光軸上の面間隔、 $N(d)_i$ はレンズ面 $R_i$ とレンズ面 $R_{i+1}$ との間の $d$ 線の屈折率、 $\nu(d)_i$ はレンズ面 $R_i$ とレンズ面 $R_{i+1}$ との間のアッベ数であり、 $f$ は焦点距離、FNOはFナンバー、 $2\omega$ は画角、 $Bf$ はバックフォーカスを示す。

【0057】また、各表において、非球面には\*印を付けており、 $r$ 欄には近軸曲率半径を記入してある。この非球面は、光軸から垂直方向の高さ $y$ における各非球面の頂点の接平面から光軸方向に沿った距離を $S(y)$ とし、基準の曲率半径を $R$ 、円錐係数を $\kappa$ 、 $n$ 次の非球面係数を $C_n$ とすると、以下の非球面式で与えられる。

【0058】

【数1】

$$S(y) = (y^2/R) / [1 + (1 - \kappa \cdot y^2/R^2)^{1/2}] \\ + C_3 \cdot |y|^3 + C_4 \cdot y^4 + C_5 \cdot |y|^5 + C_6 \cdot y^6 \\ + C_7 \cdot |y|^7 + C_8 \cdot y^8 + C_{10} \cdot y^{10}$$

【0059】なお、各表に示す非球面データにおいて、

「E-n」は、10の-n乗を意味している。

$$f = 29 \sim 294$$

$$FNO = 3.58 \sim 5.89$$

$$2\omega = 76.32^\circ \sim 8.24^\circ$$

【0060】

【表1】[実施例1]

	$r$	$d$	$\nu(d)$	$N(d)$
1)	139.8843	2.0000	28.56	1.795040
2)	91.2995	9.5000	82.52	1.497820
3)	-982.2627	0.1000		1.000000
4)	92.0493	6.0000	82.52	1.497820
5)	263.9914	(D5)		1.000000
* 6)	101.9402	1.7000	49.45	1.772789
7)	19.6800	8.5000		1.000000
8)	-53.5257	1.5000	49.45	1.772789
9)	58.7490	1.4884		1.000000
10)	40.2792	6.0000	27.83	1.699110
11)	-48.0900	2.0000		1.000000
12)	-23.0675	1.4000	43.35	1.840421
13)	-160.8603	2.3000	27.83	1.699110
14)	-46.5170	(D14)		1.000000
15)	$\infty$	2.0000		1.000000 (開口絞りS)
16)	122.5654	4.5000	64.10	1.516800
17)	-46.8045	0.1000		1.000000
18)	39.7988	5.0000	64.10	1.516800
19)	-139.5693	1.7000	37.20	1.834000



20)	111.2973	(D20)	1.000000
21)	-70.9038	3.0000	33.75 1.648311
22)	-45.0864	1.2000	1.000000
23)	-31.5132	1.6000	65.42 1.603001
24)	-145.9646	(D24)	1.000000
25)	-229.3568	1.8000	37.20 1.834000
26)	53.2216	8.0000	70.41 1.487490
27)	-45.3031	0.1000	1.000000
28)	42.6916	9.7111	60.64 1.603110
29)	-64.9650	0.1000	1.000000
30)	81.5036	7.5000	70.41 1.487490
31)	-44.4898	2.0000	37.20 1.834000
32)	115.7508	5.9348	1.000000
33)	347.2845	1.8000	43.35 1.840421
34)	60.1686	1.0000	1.000000
35)	84.9850	11.0000	33.75 1.648311
36)	-22.4971	1.7000	43.35 1.840421
37)	-114.4714	(Bf)	1.000000

## [実施例1の非球面データ]

## 第6面

 $\kappa$ 

5.5923

C 3

0.42348E-05

C 4

0.23254E-05

C 5

0.20608E-06

C 6

-0.45243E-08

C 7

-0.70334E-10

C 8

-0.36054E-11

C 10

0.36526E-13

## [実施例1の可変間隔データ]

f	29.00000	50.00000	150.00000	294.00000
D0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
D5	0.75222	20.30380	67.81332	92.91723
D14	32.62236	19.39953	7.81089	1.59250
D20	10.75991	11.86056	19.73793	25.37919
D24	16.02696	11.89951	3.66897	1.00898
Bf	47.69920	71.91354	114.45346	119.86524
$\beta$	-0.03333	-0.03333	-0.03333	-0.03333
D0	818.6072	1414.2346	4213.6925	8163.8989
D5	0.75222	20.30380	67.81322	92.91723

D14	33.53120	20.03069	8.51855	2.81633
D20	9.85107	11.22940	19.03027	24.15536
D24	16.02696	11.89951	3.66897	1.00898
Bf	47.69920	71.91354	114.45346	119.86524
$\beta$	-0.06723	-0.07266	-0.12924	-0.15448
D0	379.9051	602.3888	874.2813	1247.0026
D5	0.75222	20.30380	67.81322	92.91723
D14	34.47272	20.77892	10.55650	7.27150
D20	8.90955	10.48117	16.99232	19.70019
D24	16.02696	11.89951	3.66897	1.00898
Bf	47.69920	71.91354	114.45346	119.86524

【0061】

【表2】〔実施例2〕

f = 29~294

FNo=3.63~5.77

 $2\omega = 76^\circ \sim 8.24^\circ$ 

	r	d	$\nu$ (d)	N (d)
1)	132.4066	2.0000	37.20	1.834000
2)	77.5451	9.0000	82.52	1.497820
3)	854.3724	0.1000		1.000000
4)	89.0680	7.5000	82.52	1.497820
5)	1038.6458	(D5)		1.000000
* 6)	66.7926	1.7000	49.45	1.772789
7)	19.3055	8.5000		1.000000
8)	-41.6467	1.5000	49.45	1.772789
9)	53.4618	3.6482		1.000000
10)	45.1490	6.5000	27.83	1.699110
11)	-32.3220	1.2000		1.000000
12)	-24.9910	1.4000	43.35	1.840421
13)	-90.6965	(D13)		1.000000
14)	$\infty$	2.0000		1.000000 (開口絞りS)
15)	65.1652	5.5000	64.10	1.516800
16)	-50.0773	0.1000		1.000000
17)	58.2695	6.0000	70.41	1.487490
18)	-46.0907	1.7000	37.20	1.834000
19)	3645.4902	(D19)		1.000000
20)	-63.5089	3.0000	33.75	1.648311
21)	-36.5188	0.8000		1.000000
22)	-30.6473	1.6000	65.42	1.603001
23)	-255.2228	(D23)		1.000000
24)	-104.9337	1.8000	37.20	1.834000
25)	74.2827	7.0000	70.41	1.487490
26)	-34.4285	0.1000		1.000000
27)	36.2477	8.5000	58.50	1.651599
28)	-79.3479	0.1000		1.000000
29)	94.9143	7.0000	70.41	1.487490
30)	-39.0224	2.0000	37.20	1.834000

31)	296.9761	2.0000	1.000000
32)	-122.9844	1.7000	43.35 1.840421
33)	23.3521	9.0000	33.75 1.648311
34)	-90.9369	2.5000	1.000000
35)	-36.5081	2.5000	45.37 1.796681
36)	-49.2418	(Bf)	1.000000

## 〔実施例2の非球面データ〕

## 第6面

$\kappa$
3.1155
C 3
0.11275E-05
C 4
0.10944E-05
C 5
0.14691E-06
C 6
-0.62980E-09
C 7
-0.13207E-09
C 8
-0.72066E-11
C 10
0.47008E-13

## 〔実施例2の可変間隔データ〕

f	29.00000	50.00000	150.00000	294.00000
D0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
D5	0.76465	19.63255	67.95868	93.09529
D13	32.30941	18.92869	7.68513	1.15708
D19	9.97212	11.34392	20.61456	24.60172
D23	17.82244	13.70705	5.05152	3.19284
Bf	50.49823	75.19054	116.48131	122.31625
$\beta$	-0.03333	-0.03333	-0.03333	-0.03333
D0	817.6597	1414.9536	4211.4713	8158.6165
D5	0.76465	19.63255	67.95868	93.09529
D13	33.21825	19.55067	8.39636	2.39455
D19	9.06328	10.72194	19.90332	23.36425
D23	17.82244	13.70705	5.05152	3.19284
Bf	50.49823	75.19054	116.48131	122.31625

【0062】

【表3】〔実施例3〕

f = 29~294

FNo=3.60~5.71

 $2\omega = 76^\circ \sim 8.26^\circ$ 

	r	d	$\nu$ (d)	N (d)
1)	133.2866	2.0000	37.20	1.834000
2)	77.6222	9.0000	82.52	1.497820
3)	874.2148	0.1000		1.000000
4)	89.2363	7.5000	82.52	1.497820
5)	1121.9882	(D5)		1.000000

* 6)	80.0480	1.7000	49.45	1.772789	
7)	19.9619	8.5000		1.000000	
8)	-48.5813	1.5000	49.45	1.772789	
9)	53.2226	2.6311		1.000000	
10)	42.4853	6.0000	27.83	1.699110	
11)	-36.8847	1.2000		1.000000	
12)	-24.9674	1.4000	43.35	1.840421	
13)	-195.7426	2.0000	27.83	1.699110	
14)	-77.0037	(D14)		1.000000	
15)	$\infty$	2.0000		1.000000	(開口絞りS)
16)	166.9274	4.5000	64.10	1.516800	
17)	-46.5029	0.1000		1.000000	
18)	39.1880	5.5000	70.41	1.487490	
19)	-72.7124	1.7000	37.20	1.834000	
20)	260.1685	(D20)		1.000000	
21)	-59.2193	3.0000	33.75	1.648311	
22)	-37.6253	0.5000		1.000000	
23)	-31.8723	1.6000	65.42	1.603001	
24)	-207.9433	(D24)		1.000000	
25)	-322.6723	1.8000	37.20	1.834000	
26)	56.5865	7.0000	70.41	1.487490	
27)	-41.5345	0.1000		1.000000	
28)	42.6552	8.0000	60.64	1.603110	
29)	-69.8327	0.1000		1.000000	
30)	73.8394	7.0000	70.41	1.487490	
31)	-49.7852	2.0000	37.20	1.834000	
32)	330.3786	2.0000		1.000000	
33)	-186.4539	1.8000	43.35	1.840421	
34)	71.9768	5.0000		1.000000	
35)	220.6859	9.0000	33.75	1.648311	
36)	-23.5808	1.7000	43.35	1.840421	
37)	-103.6532	(Bf)		1.000000	

[実施例3の非球面データ]

第6面

$\kappa$

4.3100

C 3

0.26566E-05

C 4

0.12680E-05

C 5

0.15633E-06

C 6

0.59634E-09

C 7

-0.12483E-09

C 8

-0.10046E-10

C 1 0

0.47232E-13

[実施例3の可変間隔データ]

f	29.00000	50.00000	150.00000	294.00000
D0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
D5	0.77720	19.64510	67.97123	93.10784
D14	32.21311	18.83239	7.58883	1.06078
D20	12.05045	13.42225	22.69289	26.68005
D24	16.78082	12.66543	4.00990	2.15122
Bf	48.70476	73.39708	114.68785	120.52279
$\beta$	-0.03333	-0.03333	-0.03333	-0.03333
D0	817.5887	1414.8821	4211.3566	8158.5463
D5	0.77720	19.64510	67.97123	93.10784
D14	33.12195	19.45437	8.30007	2.29825
D20	11.14161	12.80027	21.98165	25.44258
D24	16.78082	12.66543	4.00990	2.15122
Bf	48.70476	73.39708	114.68785	120.52279

【0063】

【表4】[実施例4]

f = 29~294

FNo=3.58~5.89

 $2\omega = 76.32^\circ \sim 8.24^\circ$ 

	r	d	$\nu$ (d)	N (d)
1)	129.7932	2.0000	37.20	1.834000
2)	76.5215	8.8000	82.52	1.497820
3)	577.2770	0.1000		1.000000
4)	83.9508	7.8000	82.52	1.497820
5)	807.6217	(D5)		1.000000
* 6)	95.7255	1.7000	49.45	1.772789
7)	19.1058	10.8312		1.000000
8)	-43.1361	1.5000	49.45	1.772789
9)	60.8648	1.0000		1.000000
10)	43.3243	5.8000	27.83	1.699110
11)	-37.6453	1.2000		1.000000
12)	-25.6582	1.4000	43.35	1.840421
13)	-189.1070	2.0000	27.83	1.699110
14)	-55.2533	(D14)		1.000000
15)	$\infty$	2.0000		1.000000 (開口絞りS)
16)	325.0884	5.0000	70.41	1.487490
17)	-44.3641	0.1000		1.000000
18)	37.4722	9.2000	70.41	1.487490
19)	-37.4722	1.7000	37.20	1.834000
20)	-390.7522	(D20)		1.000000
21)	-66.3564	3.8000	33.75	1.648311
22)	-34.9200	2.5000		1.000000

23)	-34.8062	1.6000	65.42	1.603001
24)	399.5574	(D24)		1.000000
25)	-387.8528	1.8000	37.20	1.834000
26)	52.9217	7.0000	70.41	1.487490
27)	-52.9217	0.1000		1.000000
28)	65.0568	6.5000	60.64	1.603110
29)	-65.0568	0.1000		1.000000
30)	52.4327	7.5000	70.41	1.487490
31)	-52.4327	2.0000	37.20	1.834000
32)	-196.1241	(D32)		1.000000
33)	391.8408	1.8000	45.37	1.796681
34)	49.9188	6.0000		1.000000
35)	-103.3138	6.5000	33.75	1.648311
36)	-25.5877	1.7000	45.37	1.796681
37)	-76.8143	(Bf)		1.000000

## [実施例4の非球面データ]

## 第6面

 $\kappa$ 

6.6392

C 3

0.11693E-05

C 4

0.23646E-05

C 5

0.11611E-06

C 6

-0.27156E-08

C 7

-0.18851E-09

C 8

-0.54996E-12

C 1 0

0.21000E-13

## [実施例4の可変間隔データ]

f	29.00000	50.00000	150.00000	294.00000
D0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
D5	0.61899	20.05467	69.69290	90.02974
D14	31.07668	17.34213	2.46035	1.27310
D20	4.79787	6.09358	5.78464	19.69966
D24	16.98256	12.57714	11.06194	2.08077
D32	2.99619	3.55277	5.17212	0.98658
Bf	50.33526	73.10152	111.31263	141.75561
$\beta$	-0.03333	-0.03333	-0.03333	-0.03333
D0	817.9634	1414.0728	4200.8919	8131.4472
D5	0.61899	20.05467	69.69290	90.02974
D14	31.98552	17.96956	3.22394	2.29892
D20	3.88903	5.46615	5.02106	18.67384

D24	16.98256	12.57714	11.06194	2.08077
D32	2.99619	3.55277	5.17212	0.98658
Bf	50.33526	73.10152	111.31263	141.75561
$\beta$	-0.06678	-0.07223	-0.10117	-0.13233
D0	382.1613	606.2470	1183.4843	1633.1426
D5	0.61899	20.05467	69.69290	90.02974
D14	32.91446	18.70511	4.77438	5.34949
D20	2.96009	4.73060	3.47061	15.62327
D24	16.98256	12.57714	11.06194	2.08077
D32	2.99619	3.55277	5.17212	0.98658
Bf	50.33526	77.10152	111.31263	141.75561

【0064】

【表5】〔実施例5〕

f = 29~294

FNo = 4.09~5.83

 $2\omega = 76^\circ \sim 8.14^\circ$ 

	r	d	$\nu$ (d)	N (d)
1)	274.9299	2.0000	37.20	1.834000
2)	116.4844	10.0000	82.52	1.497820
3)	3239.4373	0.1000		1.000000
4)	155.7040	6.5000	82.52	1.497820
5)	561.5546	0.1000		1.000000
6)	97.3897	9.0000	82.52	1.497820
7)	528.3524	(D7)		1.000000
* 8)	80.9544	1.8000	43.35	1.840421
9)	19.9359	9.0000		1.000000
10)	-50.9656	1.7000	43.35	1.840421
11)	38.3970	1.9319		1.000000
12)	37.1924	6.0000	28.19	1.740000
13)	-51.1856	2.7000		1.000000
14)	-22.9239	1.6000	43.35	1.840421
15)	-58.7052	2.5000	25.50	1.804581
16)	-35.6057	(D16)		1.000000
17)	$\infty$	1.1000		1.000000 (開口絞りS)
18)	52.5071	5.0000	64.10	1.516800
19)	-50.3699	0.1500		1.000000
20)	32.7490	6.5000	64.10	1.516800
21)	-36.7913	1.7000	37.20	1.834000
22)	76.5301	(D22)		1.000000
23)	64.1464	3.5000	31.08	1.688930
24)	-60.2669	1.6000	49.45	1.772789
25)	41.1154	(D25)		1.000000
26)	-72.7090	1.6000	35.72	1.902650
27)	138.0658	7.2000	82.52	1.497820
28)	-29.4373	0.1000		1.000000
29)	635.7329	3.6000	70.41	1.487490
30)	-113.0656	0.1500		1.000000

31)	85.7827	3.5000	70.41	1.487490
32)	-699.2121	0.1000		1.000000
33)	37.0755	8.0000	70.41	1.487490
34)	-81.4294	2.0000	45.37	1.796681
35)	-467.4342	(D35)		1.000000
36)	258821.36	1.7000	43.35	1.840421
37)	37.9977	3.5000	36.98	1.612930
38)	84.3733	6.9662		1.000000
39)	-43.8525	1.7000	43.35	1.840421
40)	1017.9812	6.4000	36.98	1.612930
41)	-39.6982	(Bf)		1.000000

[ 実施例 5 の非球面データ ]

第 8 面

$\kappa$

0.0000

C 3

0.31026E-06

C 4

0.49580E-05

C 5

-0.29651E-07

C 6

-0.41064E-08

C 7

0.76692E-10

C 8

0.85161E-11

C 1 0

0.48019E-14

[ 実施例 5 の可変間隔データ ]

f	29.00000	50.00000	150.00000	294.00000
D0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
D7	1.00494	24.02269	76.34830	95.33853
D16	32.14688	15.40670	2.89593	1.51909
D22	1.40816	5.59320	7.61291	17.33462
D25	19.74295	15.55791	13.53820	3.81650
D35	5.48020	8.94567	7.40119	0.99911
Bf	38.02178	49.20398	78.64763	101.30824
$\beta$	-0.03333	-0.03333	-0.03333	-0.03333
D0	808.2212	1396.3537	4112.6208	8005.5076
D7	1.00494	24.02269	76.34830	95.33853
D16	33.27557	16.20625	4.10649	3.39935
D22	0.27947	4.79365	6.40235	15.45436
D25	19.74295	15.55791	13.53820	3.81650
D35	5.48020	8.94567	7.40119	0.99911
Bf	38.02178	49.20398	78.64763	101.30824

【 0 0 6 5 】

【 表 6 】 [ 実施例 6 ]

f = 29 ~ 294



FNo=3.59~5.90

 $2\omega=76.14^\circ \sim 8.18^\circ$ 

	r	d	$\nu$ (d)	N(d)
1)	136.1380	2.5000	37.20	1.834000
2)	79.2745	9.2000	82.52	1.497820
3)	738.5144	0.1500		1.000000
4)	87.4761	7.8000	82.52	1.497820
5)	1222.3469	(D5)		1.000000
* 6)	99.0420	1.8000	43.35	1.840421
7)	22.2295	7.5000		1.000000
8)	-66.1104	1.5000	43.35	1.840421
9)	44.8515	2.6157		1.000000
10)	40.7326	6.0000	27.83	1.699110
11)	-45.4841	2.0000		1.000000
12)	-24.0961	1.5000	43.35	1.840421
13)	167.8363	3.5000	29.46	1.717360
14)	-49.3957	(D14)		1.000000
15)	$\infty$	2.0000		1.000000 (開口絞りS)
16)	241.7696	4.5000	70.41	1.487490
17)	-46.1320	0.1500		1.000000
18)	36.2261	8.5000	70.41	1.487490
19)	-42.1086	1.7000	37.20	1.834000
20)	-1528.2908	(D20)		1.000000
21)	-100.7868	5.0000	33.75	1.648311
22)	-31.1787	1.6000	65.42	1.603001
23)	132.2303	(D23)		1.000000
24)	625.5176	1.8000	37.20	1.834000
25)	44.5885	8.0000	69.98	1.518601
26)	-48.5517	0.1000		1.000000
27)	51.2229	6.8000	65.42	1.603001
28)	-85.4353	0.1000		1.000000
29)	73.4277	6.0000	70.41	1.487490
30)	-61.6908	2.0000	37.20	1.834000
31)	-539.8333	(D31)		1.000000
32)	-740.0834	5.5000	35.70	1.625882
33)	-33.3134	1.7000	45.37	1.796681
34)	65.6734	6.0000		1.000000
35)	-39.5936	1.7000	40.90	1.796310
36)	-57.2371	4.0000	48.97	1.531721
37)	-32.7622	(Bf)		1.000000

[実施例6の非球面データ]

第6面

 $\kappa$ 

4.1235

C 3  
 -0.20424E-06  
 C 4  
 0.23129E-05  
 C 5  
 0.15669E-06  
 C 6  
 -0.16793E-08  
 C 7  
 -0.16378E-09  
 C 8  
 0.35002E-11  
 C 1 0  
 0.26688E-13

[実施例6の可変間隔データ]

f	29.00000	50.00000	150.00000	294.00000
D0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
D5	0.82109	19.75324	69.18893	90.23184
D14	30.85310	16.96953	1.55260	1.04952
D20	8.57436	11.09865	9.55104	23.47615
D23	16.25105	11.20248	10.39095	1.34926
D31	2.98313	3.83166	5.81904	0.97352
Bf	46.36667	68.23671	107.01519	137.78702
$\beta$	-0.03333	-0.03333	-0.03333	-0.03333
D0	817.3492	1414.6801	4207.1523	8230.9123
D5	0.82109	19.75324	69.18893	90.23184
D14	31.76194	17.59013	2.29742	2.07533
D20	7.66552	10.47804	8.80622	22.45033
D23	16.25105	11.20248	10.39095	1.34926
D31	2.98313	3.83166	5.81904	0.97352
Bf	46.36667	68.23671	107.01519	137.78702
$\beta$	-0.06687	-0.07236	-0.10162	-0.13237
D0	380.9349	605.6920	1183.2666	1631.9162
D5	0.82109	19.75324	69.18893	90.23184
D14	32.69352	18.31986	3.81870	5.12704
D20	6.73393	9.74831	7.28494	19.39863
D23	16.25105	11.20248	10.39095	1.34926
D31	2.98313	3.83166	5.81904	0.97352
Bf	46.36667	68.23671	107.01519	137.78702

本発明の条件対応値を以下の表7に示す。

【表7】

【0066】

	実施例1	実施例2	実施例3
条件式(1) $D1T-D1W/fw$	3.178	3.184	3.184
条件式(2) $f1/ f2 $	7.751	7.751	7.751
条件式(3) $f3/fT$	0.1756	0.1756	0.1756
条件式(4) $f4/fT$	-0.3535	-0.3535	-0.3535
条件式(5) $f5/fT$	0.2166	0.2166	0.2166
	実施例4	実施例5	実施例6
条件式(1) $D1T-D1W/fw$	3.083	3.253	3.083
条件式(2) $f1/ f2 $	7.751	7.210	7.751

条件式(3)  $f_3/f_T$ 

0.1756      0.1756      0.1756

条件式(4)  $f_4/f_T$ 

-0.3535      -0.3848      -0.3535

条件式(5)  $f_5/f_T$ 

0.2160      0.2160      0.2160

条件式(6)  $f_6/f_T$ 

-0.2254      -0.2254      -0.2254

さて、図2～5、図7～10、図12～15、図17～20、図22～25、図27～30はそれぞれ実施例1～6までの広角端、 $f=50\text{mm}$ 時、 $f=150\text{mm}$ 時、望遠端の無限遠物点に対する諸収差図である。各収差図中において、FNOはFナンバー、Aは半画角、d、gはそれぞれd線、g線の収差曲線であることを示している。また非点収差図において、実線はサジタル像面、点線はメリジオナル像面を示している。

【0067】上記各諸元表ならびに各収差図から明らかに、本発明の各実施例にかかるズームレンズでは、全画角( $2\omega$ )が $76.2^\circ$ にも達する大画角を有し、10倍を超える高変倍比を実現しているにもかかわらず、各焦点距離状態において良好に収差補正がなされている。また、上述の各実施例では、非球面を第2レンズ群G2に設けているが、第3レンズ群、第4レンズ群にさらに設けることによって、球面収差、上方コマ収差等の補正を負担させ、更なる大口径化、高倍率化、大画角化を進めることが可能である。

【0068】また、上述の各実施例では、合焦は開口絞りと同時に第3レンズ群を移動することによって行なっているが、開口絞りを独立に移動させたり、像面に対して固定して第3レンズ群のレンズ部分のみで合焦することも可能である。機構が複雑になる欠点があるが、大画角の主光線が合焦のための移動によってケラレを発生することが少なくなり、最短撮影距離をさらに短くすることが可能になる。

【0069】

【発明の効果】以上の如く本発明によれば、10倍を超える高変倍比を有する高倍率ズームレンズを達成することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の構成及び移動軌跡を示した図。

【図2】実施例1の広角端の無限遠合焦時の収差図

【図3】実施例1の中間焦点距離(50mm)の無限遠合焦時の収差図

【図4】実施例1の中間焦点距離(150mm)の無限遠合焦時の収差図

【図5】実施例1の望遠端の無限遠合焦時の収差図

【図6】実施例2の構成及び移動軌跡を示した図。

【図7】実施例2の広角端の無限遠合焦時の収差図

【図8】実施例2の中間焦点距離(50mm)の無限遠合焦時の収差図

【図9】実施例2の中間焦点距離(150mm)の無限遠合焦時の収差図

【図10】実施例2の望遠端の無限遠合焦時の収差図

【図11】実施例3の構成及び移動軌跡を示した図。

【図12】実施例3の広角端の無限遠合焦時の収差図

【図13】実施例3の中間焦点距離(50mm)の無限遠合焦時の収差図

【図14】実施例3の中間焦点距離(150mm)の無限遠合焦時の収差図

【図15】実施例3の望遠端の無限遠合焦時の収差図

【図16】実施例4の構成及び移動軌跡を示した図。

【図17】実施例4の広角端の無限遠合焦時の収差図

【図18】実施例4の中間焦点距離(50mm)の無限遠合焦時の収差図

【図19】実施例4の中間焦点距離(150mm)の無限遠合焦時の収差図

【図20】実施例4の望遠端の無限遠合焦時の収差図

【図21】実施例5の構成及び移動軌跡を示した図。

【図22】実施例5の広角端の無限遠合焦時の収差図

【図23】実施例5の中間焦点距離(50mm)の無限遠合焦時の収差図

【図24】実施例5の中間焦点距離(150mm)の無限遠合焦時の収差図

【図25】実施例5の望遠端の無限遠合焦時の収差図

【図26】実施例6の構成及び移動軌跡を示した図。

【図27】実施例6の広角端の無限遠合焦時の収差図

【図28】実施例6の中間焦点距離(50mm)の無限遠合焦時の収差図

【図29】実施例6の中間焦点距離(150mm)の無限遠合焦時の収差図

【図30】実施例6の望遠端の無限遠合焦時の収差図

【符号の説明】

G1・・・第1レンズ群

G2・・・第2レンズ群

G3・・・第3レンズ群

G4・・・第4レンズ群

G5・・・第5レンズ群

G6・・・第6レンズ群

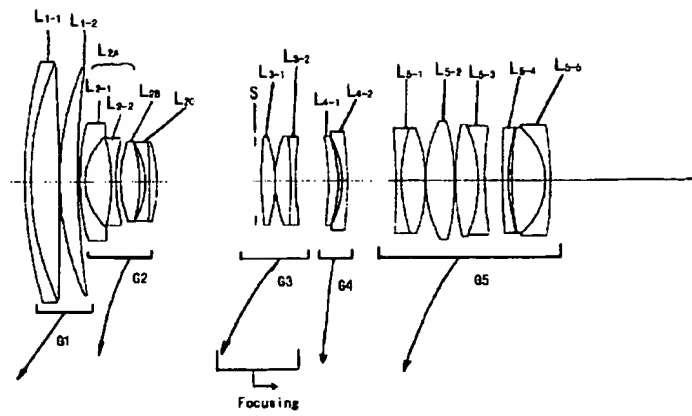
L2A・・・第2レンズ群内負部分レンズ群

L2B・・・第2レンズ群内正部分レンズ群

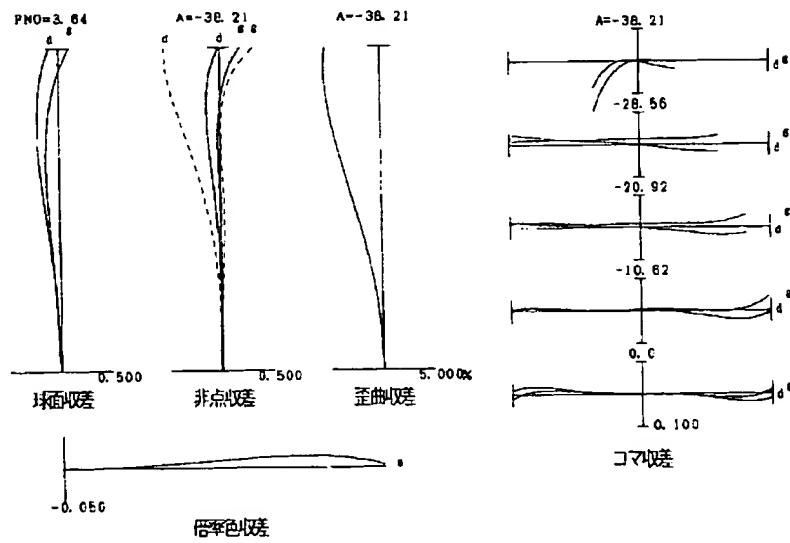
L2C・・・第2レンズ群内負部分レンズ群

S・・・開口絞り

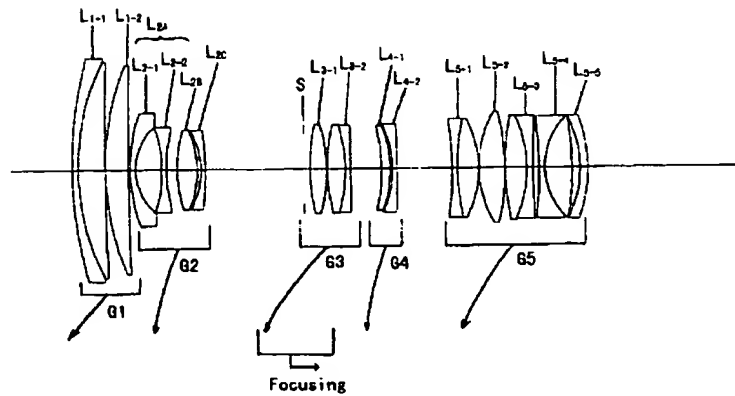
【図1】



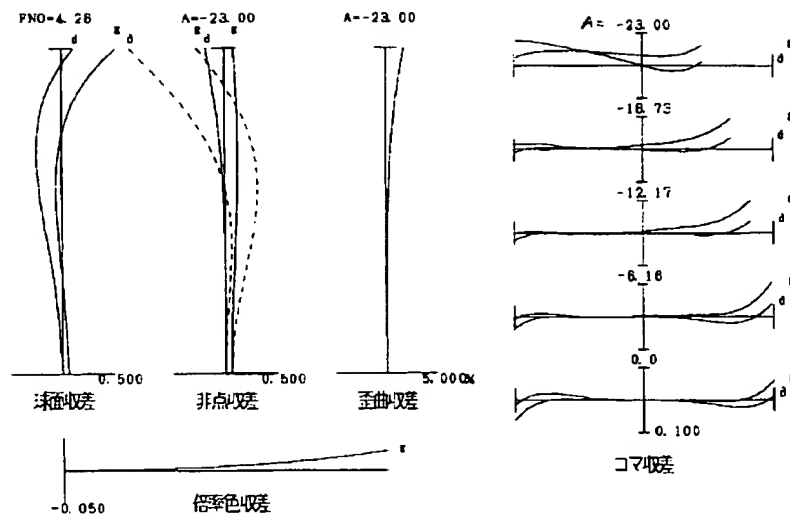
【図2】



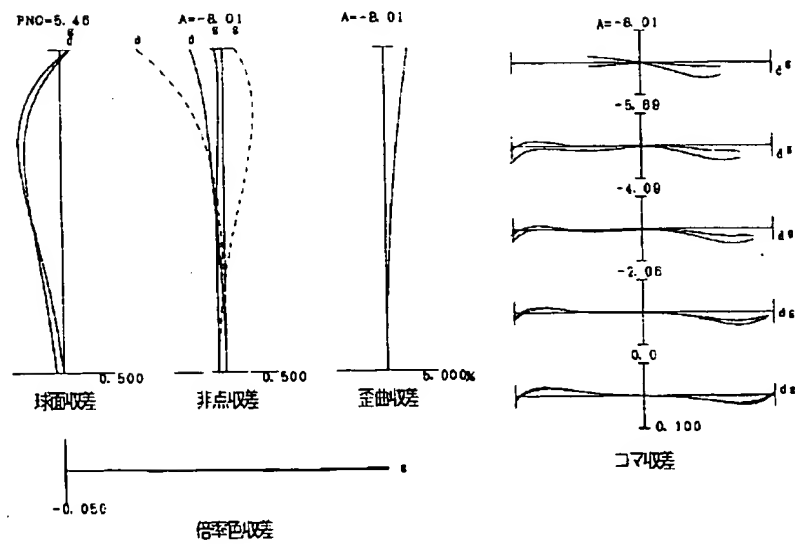
【図6】



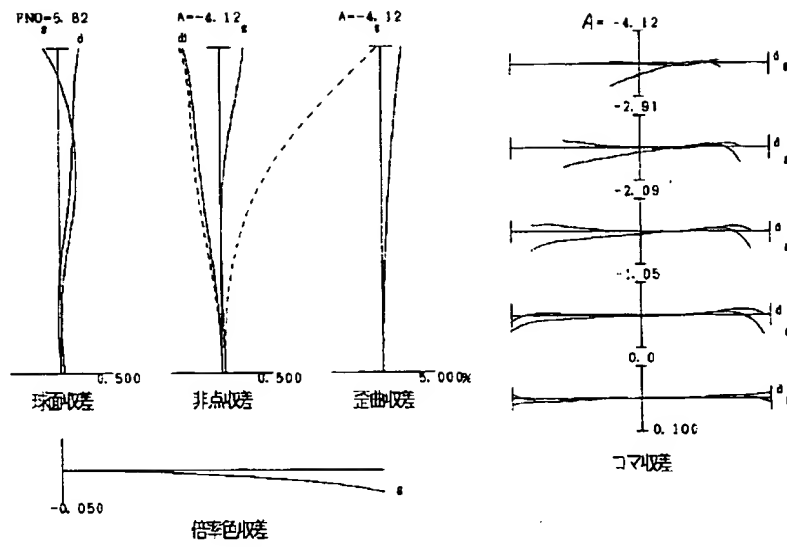
【図3】



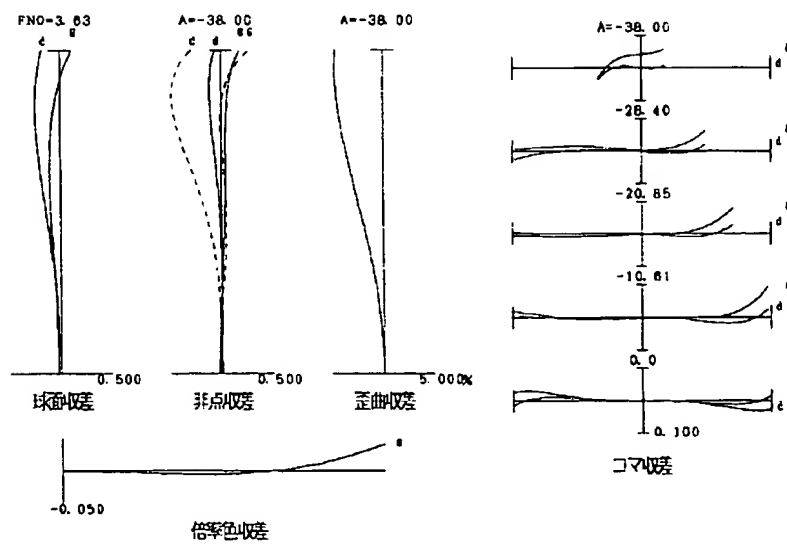
【図4】



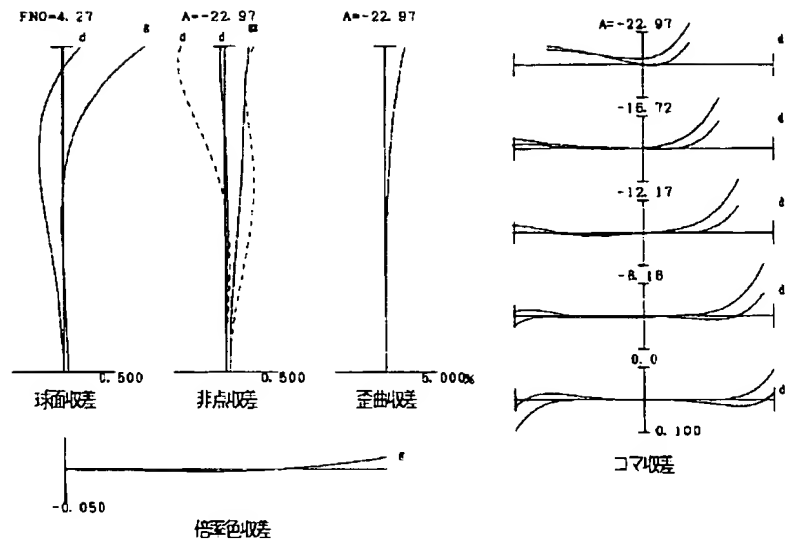
【図5】



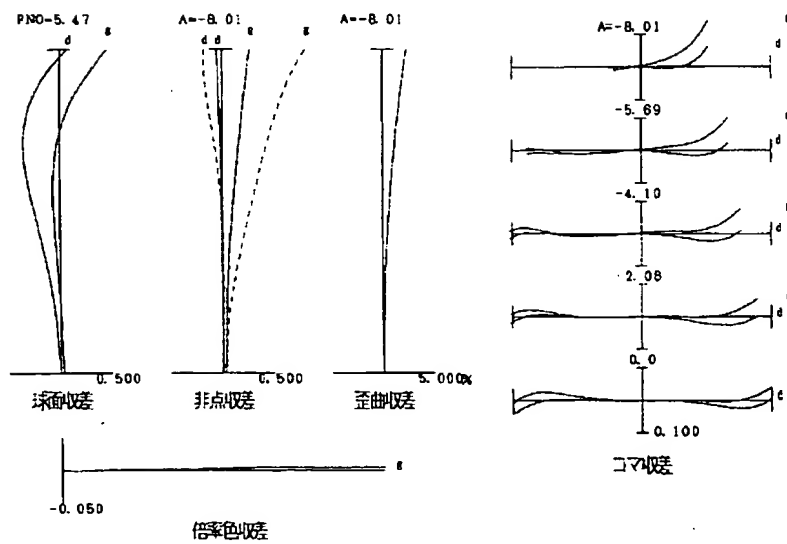
【図7】



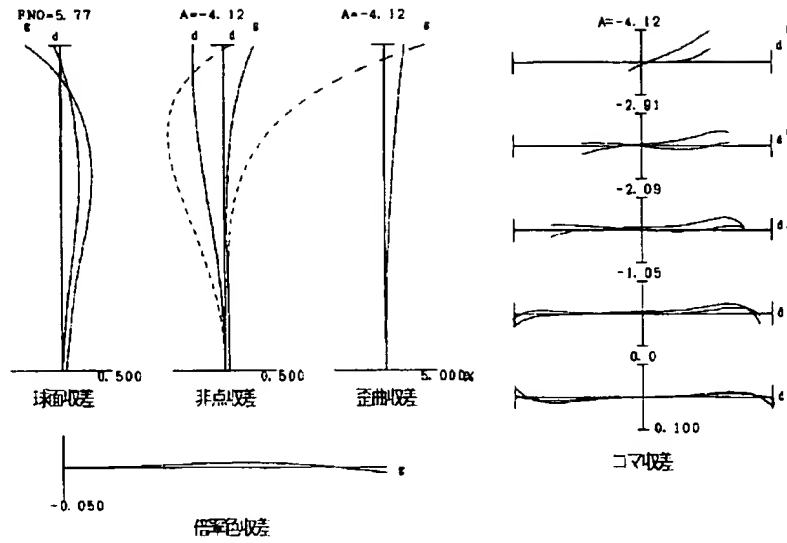
【図8】



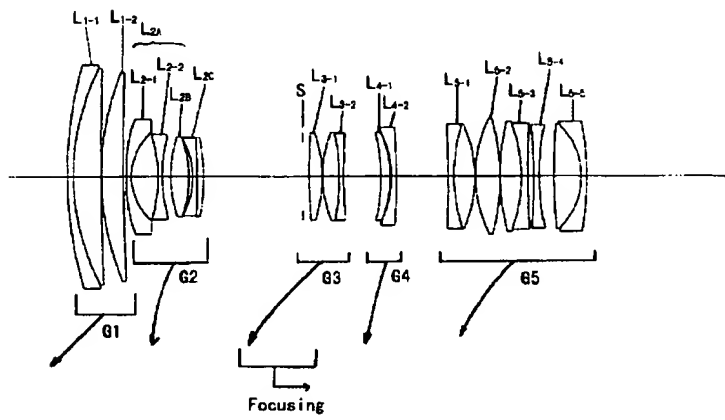
【図9】



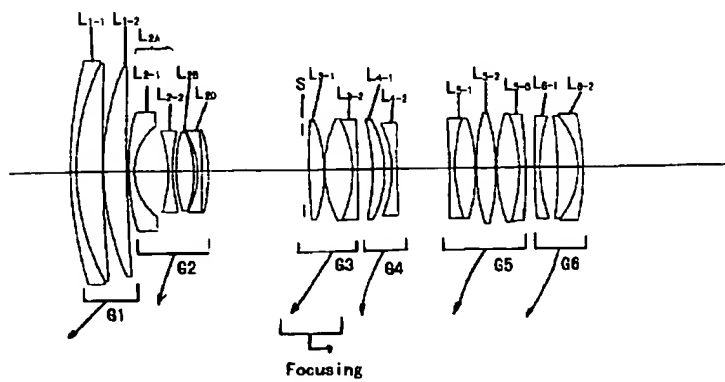
【図10】



【図11】

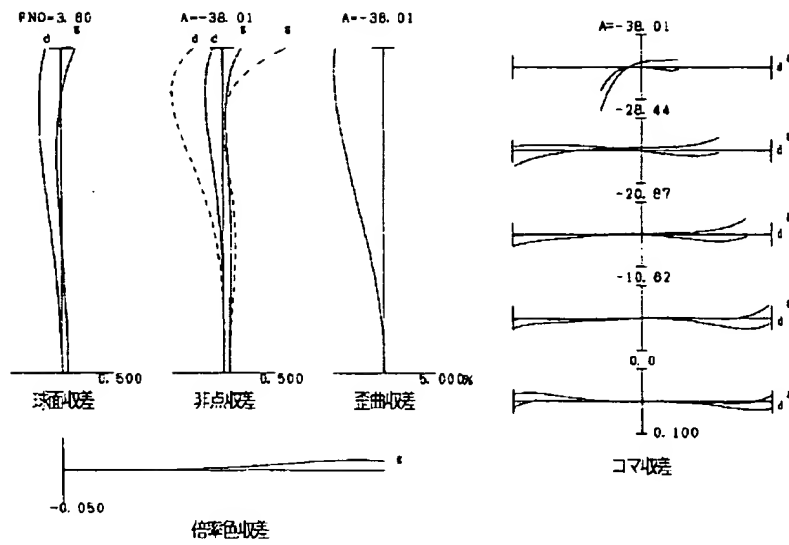


【図16】

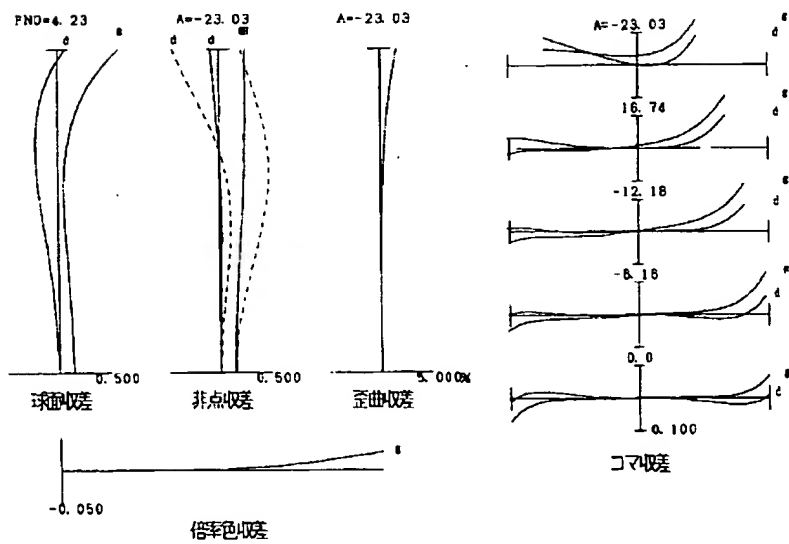




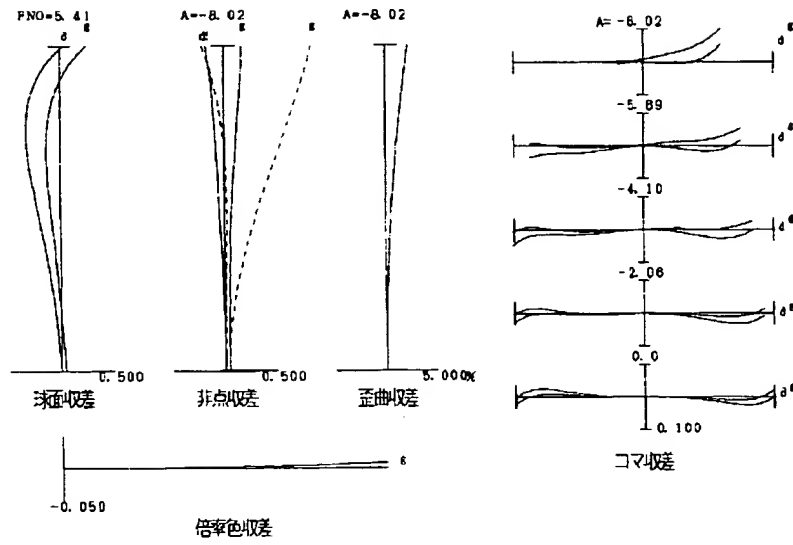
【図12】



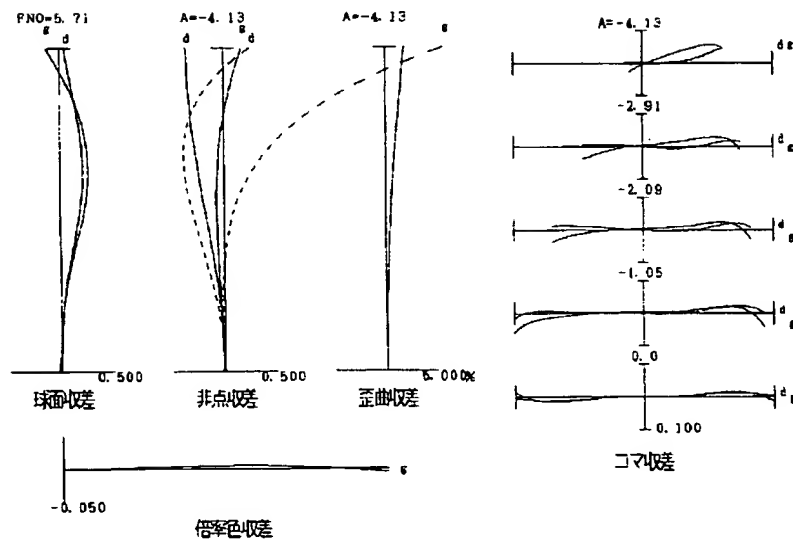
【図13】



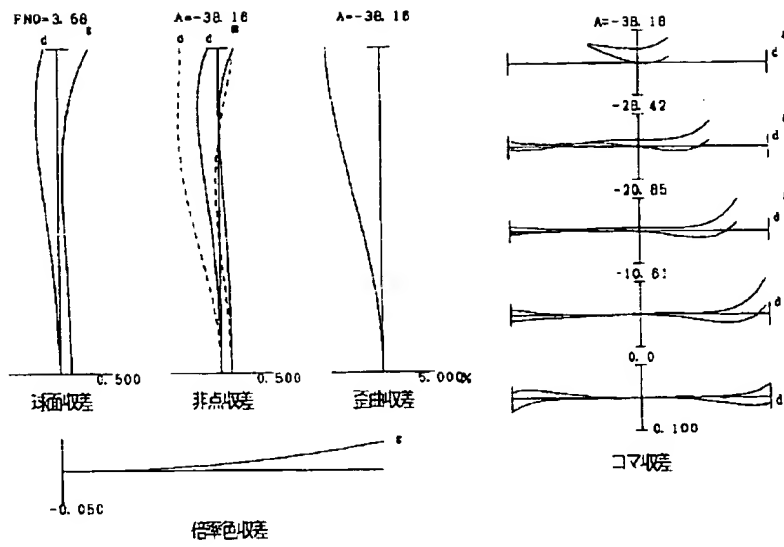
【図14】



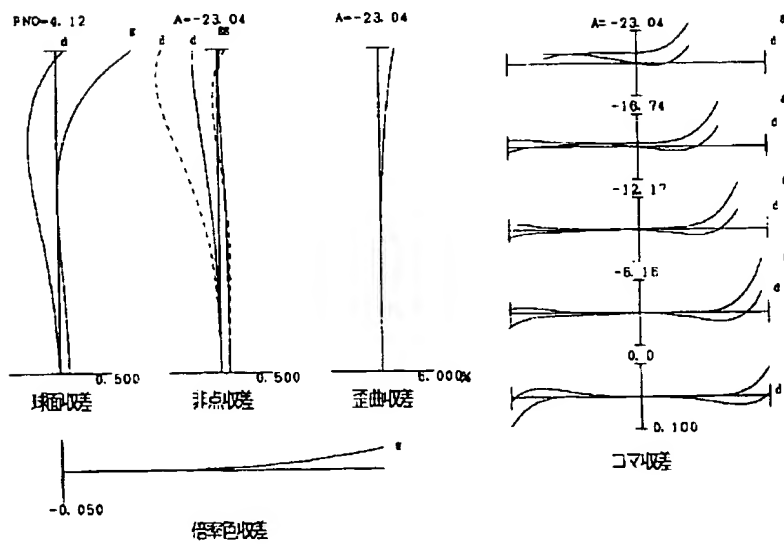
【図15】



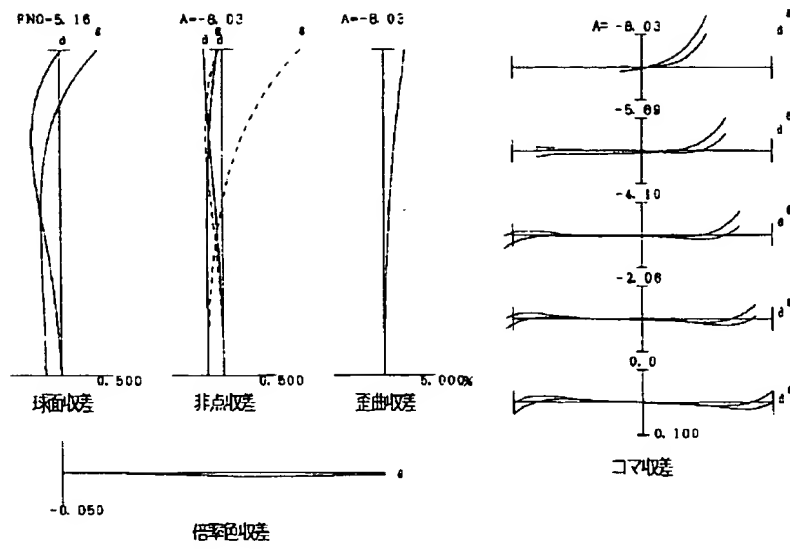
【図17】



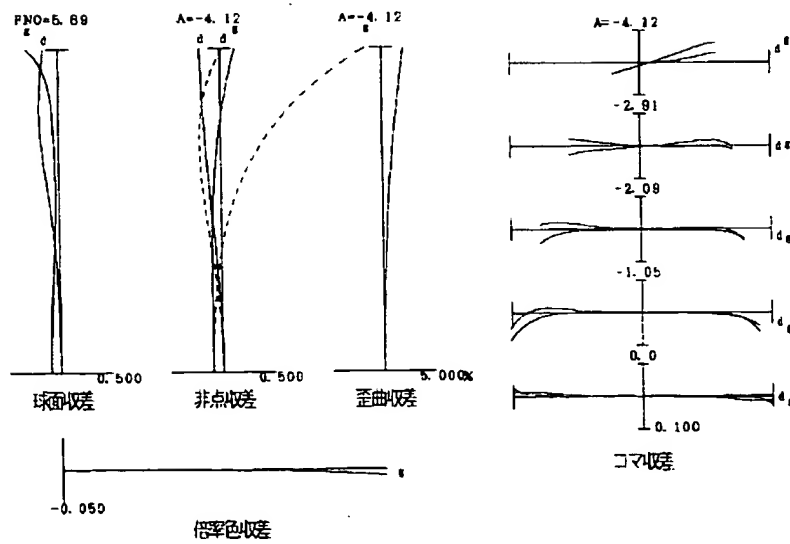
【図18】



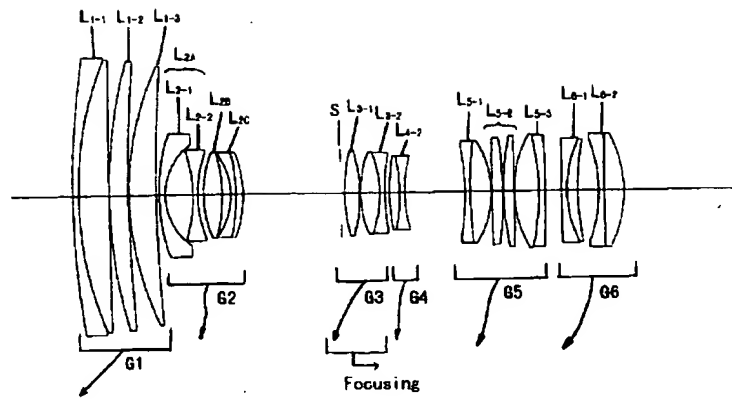
【図19】



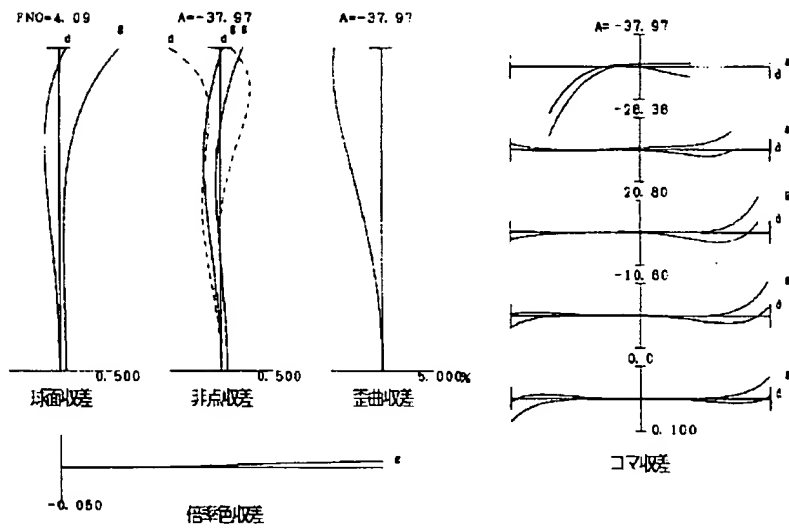
【図20】



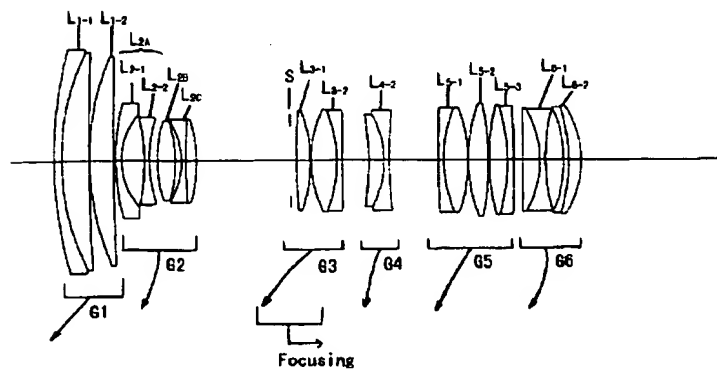
【図21】



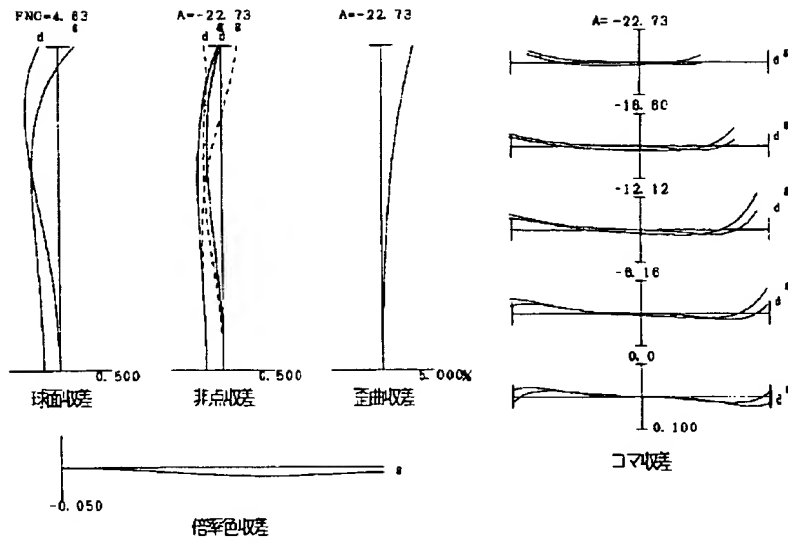
【図22】



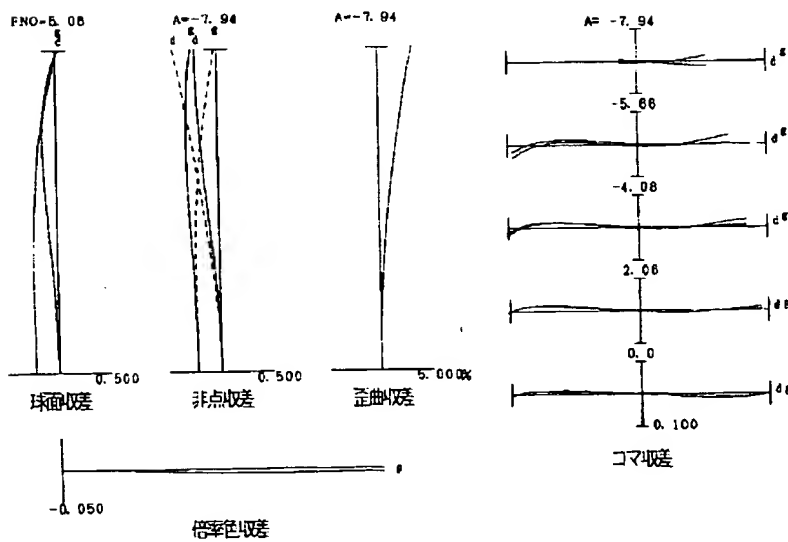
【図26】



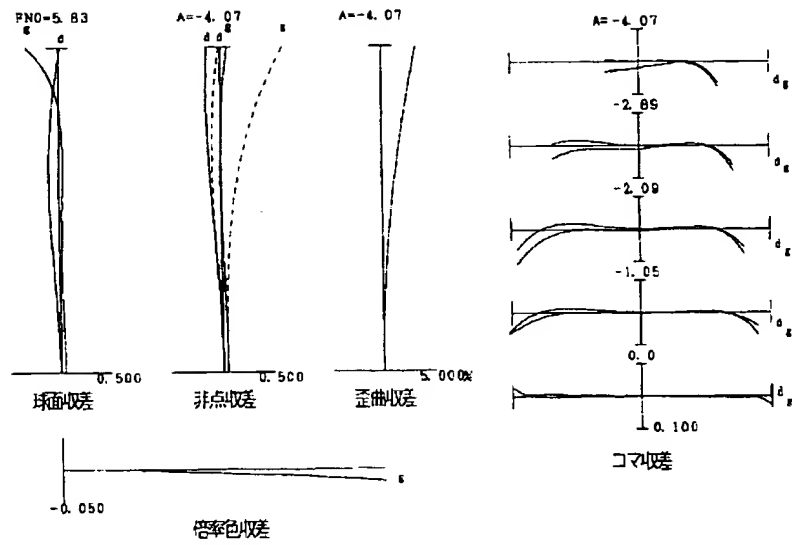
【図23】



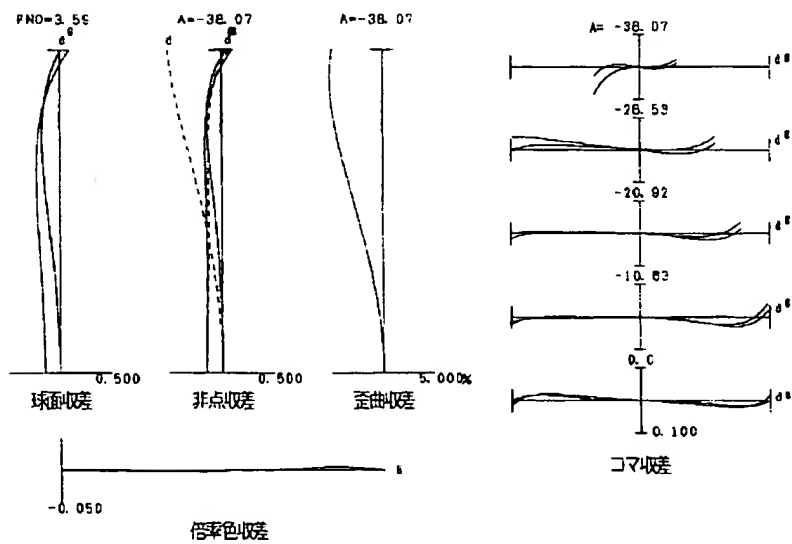
【図24】



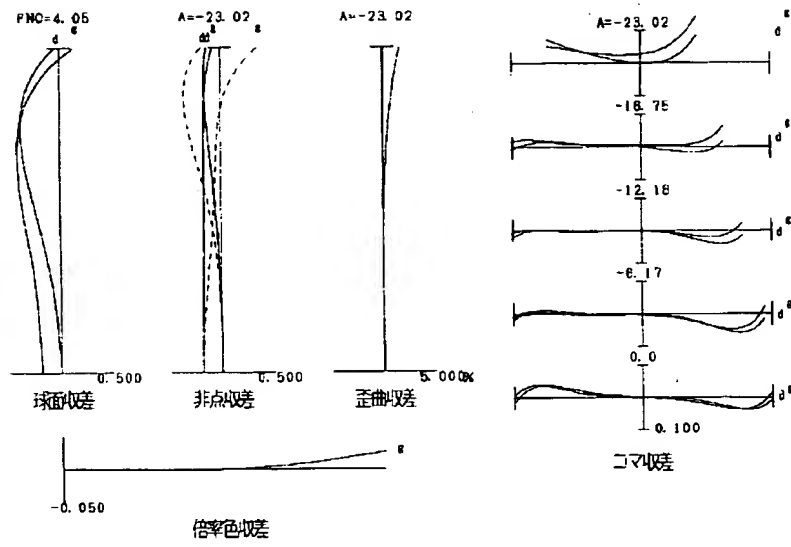
【図25】



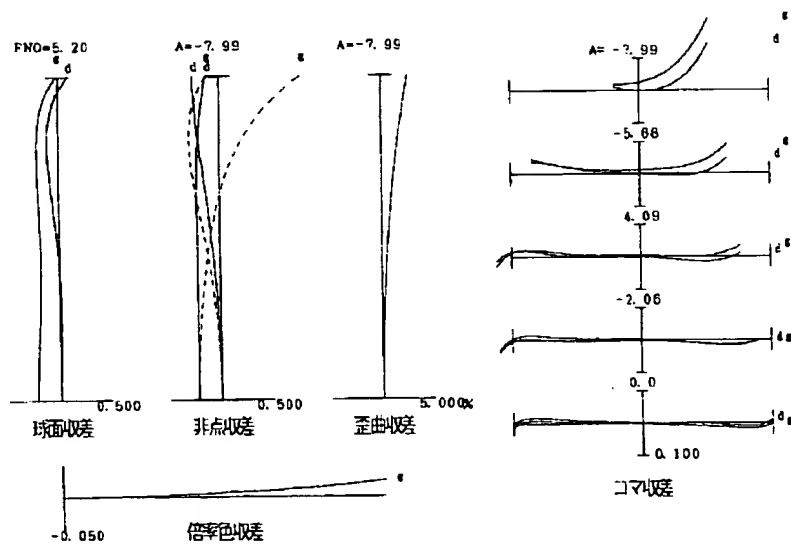
【図27】



【図28】



【図29】





【図30】

